

En plantations villageoises, l'association de cultures vivrières à l'hévéa limite les travaux de défrichage et permet de diversifier et d'augmenter les revenus des planteurs. La rotation riz-arachide donne des résultats satisfaisants, tandis que le bananier plantain offre le meilleur revenu.



Hevea brasiliensis et cultures vivrières associées : un système de culture pour le développement au Gabon

Enjalric F., Nguema J., Hugot N., Chan Ho Tong S.

Centre d'appui technique à l'hévéaculture, BP 643, Libreville, Gabon

Au Gabon, l'hévéaculture a débuté il y a une quinzaine d'années seulement. La période improductive liée à l'immaturité des arbres (5 à 7 ans) représente une contrainte économique qui freine le développement de l'hévéaculture villageoise. Cependant, la phase d'acceptation est en cours grâce à l'entrée en production des parcelles des premiers planteurs volontaires, installés en 1988-1990. La mise en place de cultures vivrières dans l'interligne des jeunes hévéas a pour objectif d'assurer un approvisionnement en produits vivriers. Tout en favorisant l'entretien des arbres, ils fournissent des revenus éventuels lors de la commercialisation des surplus.

Traditionnellement, les interlignes des hévéas sont occupés durant un seul cycle de culture vivrière, avec de nombreuses

espèces aux densités très variables et aux semis échelonnés. Le contrôle du recru forestier reste insuffisant et les rendements de ces cultures après forêt sont faibles. L'expérimentation des cultures associées à l'*Hevea brasiliensis* a débuté en 1987 en vue :

- d'évaluer les possibilités de cultiver l'interligne des hévéas ;
- d'améliorer et d'adapter les techniques traditionnelles de cultures ;
- d'établir les itinéraires techniques des cultures associées en tenant compte des conditions socio-économiques locales.

L'identification des facteurs limitants de la croissance et de la production des systèmes de cultures est appréhendée à travers le fonctionnement agrophysiologique des associations hévéa-cultures vivrières.

Description de l'essai

L'essai est situé à proximité de Bitam (latitude 2°N, longitude 11°30' E) dans la région du Woleu-Ntem, au nord du Gabon, à une altitude de 600 mètres où la formation végétale dominante est la forêt humide. La pluviométrie est de 1 800 mm/an, répartie en deux saisons (mars à mai et septembre à novembre) séparées par deux saisons sèches qui déterminent deux campagnes de cultures vivrières au cours de l'année (figure 1). Les sols, formés sur des roches métamorphiques acides, sont ferrallitiques fortement désaturés. Ils sont de texture argileuse, avec un horizon humifère généralement peu épais, dont les qualités physiques conviennent bien à l'hévéa : profondeur, texture, bonne capacité de rétention en eau.

Les semis sont réalisés en lignes après un labour à la houe destiné à homogénéiser le

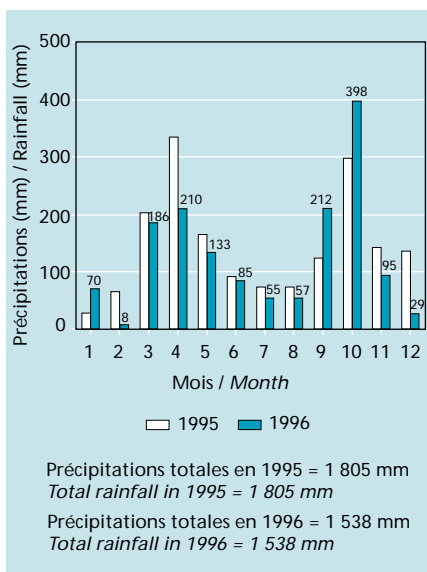


Figure 1. Précipitations à Bitam (Nord-Gabon) en 1995-1996. / Rainfall at Bitam (North-Gabon) in 1995-1996.

sol et à enfouir les déchets organiques sans apport d'engrais. Les cultures intercalaires retenues sont le manioc et le plantain, bases de la consommation des villageois, l'arachide, le maïs et le riz pluvial.

Le manioc est planté avec un espacement de 1 m x 1 m sur 3 rangs, à 2,75 m des hévéas. Les risques de contamination des hévéas par les pourridiés causés par *Rigidoporus lignosus*, une des préoccupations des planteurs, sont évalués les trois premières années à l'aide de bûchettes de bambou disposées au niveau du collet. Le riz pluvial est semé en lignes continues écartées de 50 cm, à 1,5 m des hévéas, la dose de semis est de 70 kg/ha. L'arachide est semée en lignes continues espacées de 50 cm, à 1 m des hévéas ; la dose de semis est de 90 kg/ha à raison de 2 graines par emplacement tous les 20 cm. Le plantain est planté en quinconce sur 2 lignes (2,4 m x 2,4 m), à une distance de 2,5 m des hévéas, à la densité de 1 100 plants/ha. Les hévéas sont plantés en « stumps » greffés, à une densité de 555 plants à l'hectare (lignes écartées de 7,5 m et plants à 2,4 m dans la ligne). Les lignes d'hévéas étant régulièrement sarclées, le *Pueraria* occupe l'interligne.

Les essais sont disposés en blocs de Fisher avec 4 à 5 répétitions de 4 à 6 traitements, soit 16 à 30 parcelles élémentaires de 864 m², comprenant 30 arbres et 528 m² d'interligne. L'analyse statistique des résultats est réalisée sur le logiciel Stat-Itcf par analyse des variances (test de Newman-Keuls à 5 %) et comparaison des moyennes.

L'humidité du sol a été mesurée par sonde capacitive Troxler afin de déceler d'éventuelles différences liées au couvert végétal qui occupe l'interligne. Trois paramètres ont été retenus : le traitement (plantain, rotation riz-arachide, *Pueraria*, manioc, sol nu), la profondeur d'échan-

tillonnage (10, 30, 60 et 90 cm), ainsi que la position des mesures : ligne d'hévéas (LH) et centre de la culture (C).

Effets des associations de cultures

Comportement des cultures vivrières

Les cultures vivrières sont implantées sur plusieurs cycles selon des rotations adaptées aux différentes espèces et aux besoins de production, liés à la consommation et au marché.

Manioc

L'utilisation du manioc en première culture peut gêner la croissance des jeunes hévéas plantés à la même date, par une occupation rapide de l'espace et une compétition vive pour la lumière. En revanche, utilisé en second cycle après arachide, cet inconvénient n'est plus observé. Les rendements varient de 20 à 30 tonnes de tubercules par hectare de culture, ce qui est satisfaisant (Silvestre, 1987). Une parcelle plantée en manioc en première année, après un bon brûlage de la forêt, nécessite peu de désherbage ; après la récolte, le manioc laisse un sol ameubli et riche en matière organique. Le suivi du potentiel de contamination des hévéas par le Fomes (*Rigidoporus lignosus*) est un élément essentiel de notre étude, pour confirmer ou non les réserves faites sur l'association du manioc à l'hévéa. On observe une répartition uniforme du champignon, sans différence significative entre les traitements (tableau 1). Le manioc ne constitue donc pas un risque particulier, et ne paraît pas devoir être écarté de l'association avec l'hévéa. Cependant, si les villageois laissent les tubercules en terre, ceux-ci peuvent devenir à terme

Tableau 1. Taux de contamination par le Fomes dans les interlignes d'hévéa, trois à six ans après la plantation, en fonction de l'historique cultural. / Fomes contamination rates in rubber interrows three to six years after planting, depending on the previous crop.

Traitement / Treatment	Bûchettes contaminées (%) Sticks contaminated (%) 1 à 3 ans / 1 to 3 yrs	Arbres tués par le Fomes (%) Trees killed by Fomes (%)
Manioc 2 cycles / rotation Cassava 2 cycles / rotation	23,8	4,6
Plantain	25,4	2,9
Manioc 4 cycles / rotation Cassava 4 cycles / rotation	26,8	4,2
Témoin (<i>Pueraria</i>) Control (<i>Pueraria</i>)	19,2	5,0
Moyenne / Mean	23,8	4,2

Pas de différence significative entre les traitements au seuil de signification de 5 % (Newman-Keuls). / No significant differences between the treatments at the 5% threshold (Newman-Keuls).

des foyers de Fomes pouvant contaminer l'hévéa si la récolte n'est pas effectuée régulièrement. Une rotation appropriée est recommandée.

Plantain

La récolte de bananiers plantains commence 11 mois après la plantation, elle est ensuite échelonnée. Ce produit a une valeur marchande intéressante par sa relative facilité de culture et de commercialisation. Ses rendements sont appréciables (8 à 9 t/ha selon la qualité des rejets à la plantation) (Tézenas du Montcel, 1985). On note une diminution de la vigueur des plants et des rendements au cours des cycles. Il est donc recommandé de ne pas utiliser les rejets issus d'un deuxième cycle de culture.

Riz pluvial

Le riz a un bon comportement agronomique sur les sols où le maïs et l'arachide sont peu productifs. Les variétés IRAT 144 et IRAT 268 fournissent les meilleures productions avec des rendements de 18 à 27 quintaux de riz paddy à l'hectare, comparables aux normes de production de l'IRAT 112 (2,2 t/ha) (Jacquot et Courtois, 1983). On observe une nette baisse de production dès le deuxième cycle de culture (figure 2) ce qui incite à la mise en place de successions culturales.

Arachide

L'arachide est recommandée en deuxième position dans la rotation des cultures. La croissance des plants est souvent moyenne. Elle dépend largement du régime des pluies

et des microvariations de la fertilité du sol. Après un labour et l'enfouissement des matières végétales, les rendements obtenus (900 kg/ha) sont considérés comme supérieurs à la moyenne (Gillier et Silvestre, 1969). Le suivi des successions culturales indique que le précédent riz permet des rendements supérieurs en arachide (tableau 2). La succession riz-arachide se révèle la plus productive pour les rendements de chacune de ces deux cultures avec une légère amélioration au cours du deuxième cycle.

Maïs

L'association temporaire du maïs avec l'hévéa est possible avec le système traditionnel de semis en poquets pour les zones fertiles. Cependant, cette plante est trop sensible aux hétérogénéités du sol pour une culture en lignes avec peu ou pas d'intrants (Rouanet, 1984). Les variétés proposées ne satisfont généralement pas le goût des villageois qui réclament une variété à grain blanc et mou. Même avec des rendements élevés (Kasai, 1 658 kg/ha), compte tenu des conditions locales, les variétés importées ne satisfont pas à ces exigences.

Croissance et développement des hévéas

La croissance des hévéas a été suivie sur un minimum de 30 arbres, jusqu'à la sixième année, et dans un essai comportant différentes cultures intercalaires sans présenter de différences significatives de croissance entre les traitements et le témoin (tableau 3).

Les cultures vivrières n'ont pas perturbé la croissance des hévéas (Compagnon, 1986), et on note même, dans certains cas, des gains de croissance annuels de 10 à 15 % par rapport au témoin *Pueraria* (figure 3).

Le bon entretien des cultures et un travail de terrain qui favorise une bonne exploitation du sol par les racines des hévéas peuvent expliquer ces différences. Les associations dans l'interligne se révèlent possibles jusqu'à ce que l'ombrage des couronnes des hévéas devienne trop important à la fin de la troisième année de culture. L'hypothèse d'une compétition avec le *Pueraria* pour l'alimentation hydrique est à retenir.

Humidité du sol

L'analyse préalable de la granulométrie du sol dans les différents traitements en fonction de la profondeur et de la position du prélèvement montre qu'il n'y a pas de différence significative de granulométrie, ni de taux d'argile et de sable à une profondeur donnée suivant les différents traitements. La capacité de rétention d'eau du sol pourrait être liée à la teneur en argile (Voltz et Bornand, 1988), elle devrait donc être équivalente pour les différents traitements aux profondeurs de 0 à 60 cm, profondeurs auxquelles la concentration des racines traçantes est la plus importante et leur disposition spatiale la plus homogène (Anon., 1992). Les mesures réalisées montrent que l'humidité du sol est liée à la profondeur. Par ailleurs, pour un même niveau de prélèvement, les fluctuations saisonnières de l'humidité du sol apparaissent plus élevées que les différences entre sites de prélèvement (figure 4). Au niveau des horizons de surface (10 et 30 cm), les différences d'humidité entre les traitements ne sont pas significatives. En revanche, aux profondeurs de 60 et 90 cm (figures 5 et 6), le sol du traitement *Pueraria* présente régulièrement une humidité inférieure à celle du sol des autres traitements. Cette différence serait liée à une consommation d'eau par le

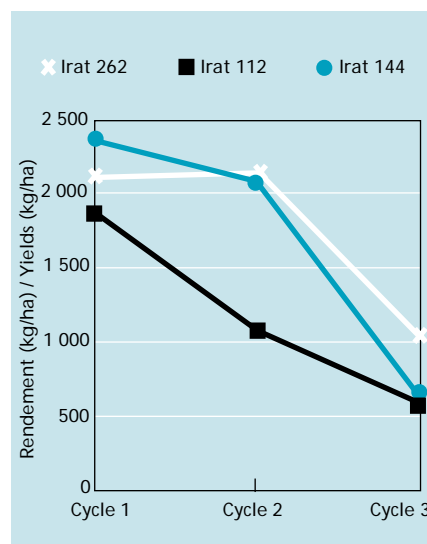


Figure 2. Rendement de trois variétés de riz pluvial en fonction du cycle de culture. / Yields of three upland rice varieties depending on the crop cycle.

Tableau 2. Rendements d'arachide suivant le précédent cultural (en kg/ha). Moyenne de trois essais successifs.
Groundnut yields depending on the previous crop (kg/ha). Mean of three successive trials.

Précédent cultural Previous crop	Essais Trials			Moyenne Mean
	1	2	3	
Forêt / Forest	658	560	325	514 b
Maïs / Maize	495	365	561	473 b
Riz / Rice	1 351	877	1 512	1 246a
Manioc / Cassava	1 045	875	827	915ab
Moyenne / Mean	887	669	806	787

Les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas différentes au seuil de signification de 5 % (Newman-Keuls).
The means followed by the same letter are not different at the 5% threshold (Newman-Keuls).

Tableau 3. Circonférence des hévéas de trois à six ans (en cm) à 1 m du sol, en fonction des différentes cultures intercalaires.
Rubber tree girth from three to six years (in cm), 1 m from the ground, depending on the different intercrops.

Traitement <i>Treatment</i>	1992 3 ans/yrs	1993 4 ans/yrs	1994 5 ans/yrs	1995 6 ans/yrs
Rotation manioc - riz - plantain <i>Cassava - rice - plantain rotation</i>	26,3	37,2	47,3	54,8
Plantain	28,1	38,8	48,8	55,7
Rotation arachide - manioc <i>Groundnut - cassava rotation</i>	28,3	38,6	48,3	55,7
Rotation maïs - arachide - manioc - manioc <i>Maize - groundnut - cassava - cassava rotation</i>	27,3	38,2	47,8	54,8
Témoin <i>Pueraria</i> / <i>Pueraria control</i>	27,2	38,7	49,0	55,9
Moyenne générale / <i>Overall mean</i>	27,4	38,3	48,2	55,4

Pas de différence significative entre les traitements au seuil de signification de 5 % (Newman-Keuls). / No significant differences between the treatments at the 5% threshold (Newman-Keuls).

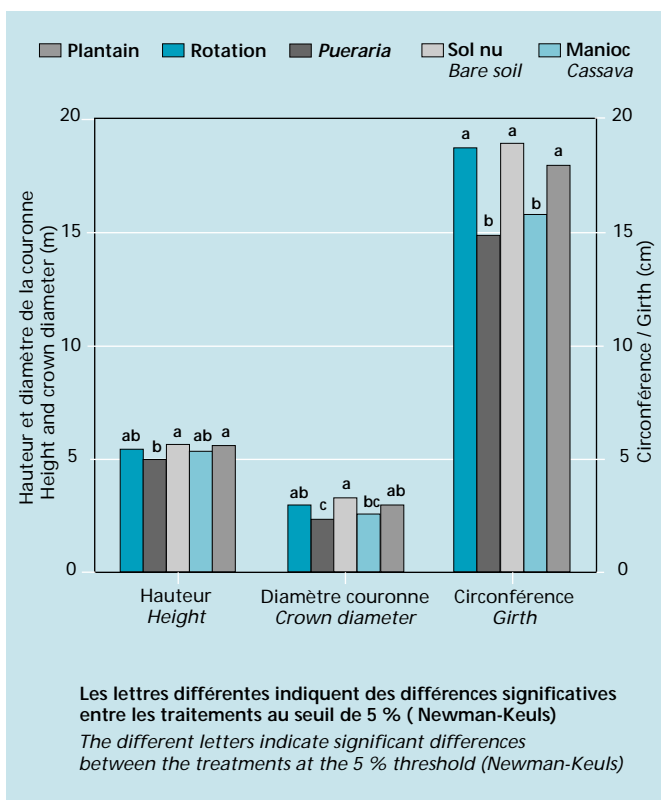


Figure 3. Paramètres de croissance des hévéas en fonction de la culture associée.
Rubber tree growth parameters depending on the intercrop.

des successions culturales est confirmé avec le riz et l'arachide sur le plan du rendement. La culture du riz laisse des parcelles propres qui se prêtent bien aux successions culturales et elle reçoit un accueil relativement favorable des populations.

Le manioc ne paraît pas devoir être écarté de l'association avec l'hévéa s'il est cultivé avec certaines précautions de plantation (respect des écartements avec les lignes d'hévéas, entretien régulier des cultures, récolte annuelle intégrale...). Il peut donc être inséré dans les successions de cultures vivrières en se substituant au riz ou être associé à l'arachide.

Avec les cultures intercalaires, les hévéas présentent une bonne croissance par rapport au témoin *Pueraria* ; la compétition pour l'eau pourrait expliquer cet effet positif des cultures vivrières sur le développement des hévéas.

Les successions de culture préconisées chez les planteurs sont par ordre de préférence :

- riz-arachide (2 à 3 cycles) suivis d'un cycle de plantain ;
- plantain en 1 ou 2 lignes ;
- manioc en culture annuelle ;
- légumes locaux-riz-arachide-plantain (1 à 2 cycles).

Les itinéraires techniques mis au point pourraient être pérennisés, en adoptant des écartements plus larges entre lignes d'hévéas et en choisissant les plantes vivrières à associer, comme des espèces sciaphiles (taro ou autres).

A terme, l'association de cultures vivrières limite les travaux de défrichage et permet de diversifier et d'augmenter les revenus des planteurs. Cela favorise l'insertion de l'hévéaculture en milieu villageois et permet de réaliser une économie de main-d'œuvre pour le défrichage annuel

Pueraria supérieure à celle d'autres plantes, qui pourrait être à l'origine des différences de croissance enregistrées sur les hévéas.

Avantages de l'association hévéa-cultures vivrières

La mise en place d'une plantation d'hévéa avec des cultures vivrières intercalaires est possible dans les conditions suivantes : terrain adéquat, préparation appropriée du sol, respect du calendrier cultural et bon

choix des espèces intercalaires. Les résultats obtenus confirment les observations effectuées dans les autres pays producteurs (Anon., 1996). L'expérimentation réalisée a permis de définir des itinéraires techniques reproductibles chez les planteurs villageois avec peu d'intrants et sans matériel particulier. Après forêt, les sols se montrent favorables à des cultures telles que le plantain, le manioc et le riz. Comme les cultures d'arachide et de maïs sont sensibles à l'acidité des sols, leurs rendements sont très moyens pour le premier cycle de culture après forêt. Il est donc plus intéressant de les introduire en deuxième cycle. L'intérêt

nécessaire à l'installation des champs traditionnels. La motivation du planteur homme doit être prise en compte car le défrichage est sa tâche principale. Le partage du travail entre les hommes et les femmes repose plus souvent sur des conventions familiales que sur une logique agronomique. Généralement, les femmes gèrent leurs cultures selon un calendrier alimentaire rigoureux, car elles doivent assurer l'approvisionnement régulier de la famille. Les hommes se réservent les produits commercialisables comme le cacao et le caoutchouc.

Certaines conditions doivent être remplies pour assurer le développement soutenu d'une culture pérenne. L'hévéa, grâce à ses revenus durables et réguliers, peut devenir un pilier du développement rural. Les parcelles de cultures doivent être les plus proches possible des villages et disposer d'une voie de communication pour l'écoulement des produits. Un encadrement minimal des planteurs devrait être assuré jusqu'à ce qu'un savoir-faire approprié soit acquis par les villageois. Les données tech-

niques sont actuellement disponibles pour aborder ces considérations d'ordre socio-économique à prendre en compte dans

le cadre du programme de développement des plantations villageoises d'hévéa. ■

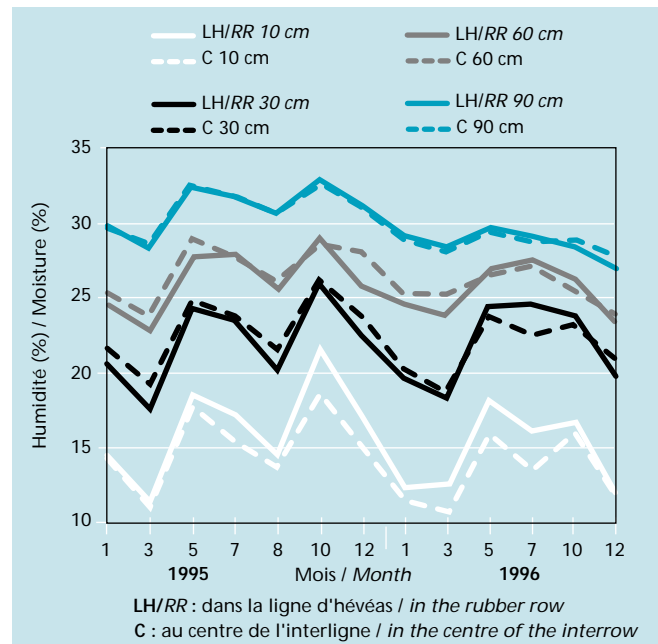


Figure 4. Taux d'humidité du sol en fonction de la profondeur et de la position en 1995-1996 (moyenne des cinq traitements).
Soil moisture content depending on sampling depth and position in 1995-1996 (mean of five treatments).

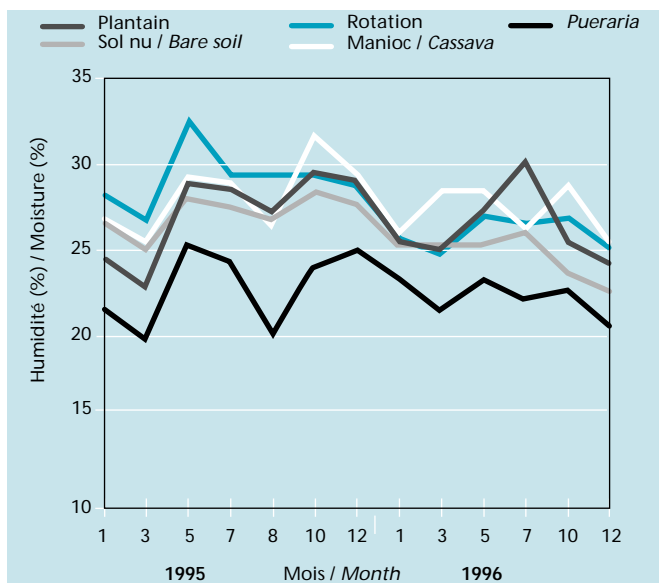


Figure 5. Taux d'humidité du sol en 1995-1996 à 60 cm de profondeur. Mesures au centre des interlignes. / *Soil moisture contents in 1995-1996 at a depth of 60 cm. Measurements taken in the centre of the interrows.*

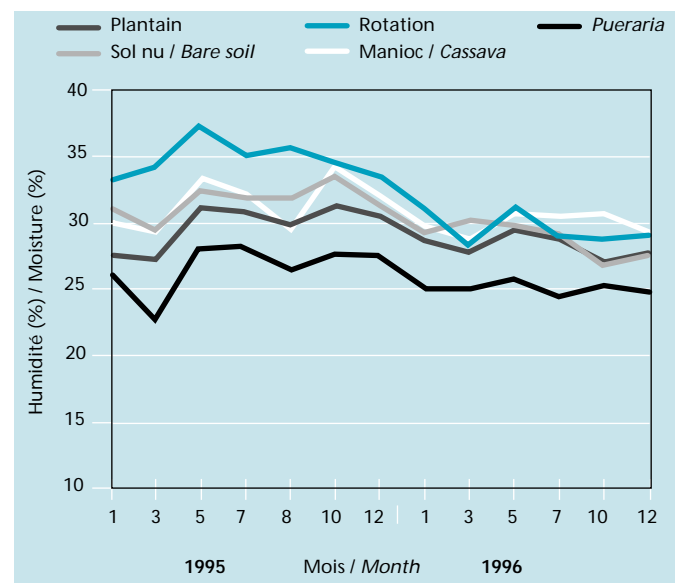


Figure 6. Taux d'humidité du sol en 1995-1996 à 90 cm de profondeur. Mesures au centre des interlignes. / *Soil moisture contents in 1995-1996 at a depth of 90 cm. Measurements taken in the centre of the interrows.*

Bibliographie / References

- ANON., 1993. Rapport annuel d'activités Cath 1992 (document interne).
ANON., 1997. Symposium on agronomy aspects of the cultivation of natural rubber (*Hevea brasiliensis*), Beruwela, Sri Lanka, octobre 1996. Irrdb.
COMPAGNON P., 1986. Le caoutchouc naturel. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 596 p.

- GILLIER P., SILVESTRE P., 1969. L'arachide. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 292 p.
JACQUOT M., COURTOIS B., 1983. Le riz pluvial. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 134 p.
ROUANET G., 1984. Le maïs. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 142 p.
SILVESTRE P., 1987. Le manioc. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 1987, 120 p.

- TÉZENAS DU MONTCEL H., 1985. Le bananier plantain. Paris, France, Maisonneuve et Larose, 144 p.
VOLTZ M., BORNAND M., 1988. Analyse de la variabilité spatiale des propriétés physiques du sol. In : Etudes sur les transferts d'eau dans le système sol-plante-atmosphère. Versailles, France, Inra, p. 101-131.

Hevea brasiliensis and food intercrops:

a development-oriented cropping system in Gabon

Enjalric F., Nguema J., Hugot N., Chan Ho Tong S.

Centre d'Appui Technique à l'Hévéaculture, BP 643, Libreville, Gabon

Combining food crops with rubber on smallholdings reduces the land clearance workload and both diversifies and increases planter income. A rice-groundnut rotation gives satisfactory results, whilst plantain provides the highest income.

Rubber has only been grown in Gabon for fifteen years or so. The unproductive period until the trees mature (five to seven years) is an economic obstacle to rubber smallholder development, but the crop is gradually becoming accepted, as the trees planted by the first volunteer smallholders in 1988-1990 have now been tapped. Planting food crops in the interrows between young rubber trees is a good way of ensuring food supplies. Moreover, the crops facilitate tree upkeep and provide additional income if the planter decides to sell his surplus production.

Rubber interrows are traditionally planted for just one food crop cycle, with many species planted at very varying densities and staggered sowing dates. Forest regrowth control is insufficient and crop yields after forest clearance are low. Rubber/food intercrop trials began in 1987 with a view to:

- assessing the possibilities of planting in rubber interrows;
- improving and adapting traditional crop techniques;
- developing intercrop management sequences taking account of local socio-economic conditions.

The factors limiting plant growth and cropping system productivity have been identified by a study of the agro-physiological functioning of rubber-food crop systems.

Description of the trial

The trial is located near Bitam (2°N, 11°30' E) in the Woleu-Ntem region of northern Gabon, at a height of 600 m above sea level, where the predominant vegetation is rainforest. The site has 1 800 mm of rainfall/year, in two seasons (March-May and September-November), separated by two dry seasons that govern the two food crop cycles during the year (figure 1). The soils, formed on acid metamorphic rock, are ferrallitic and highly desaturated. They are clayey in texture, with a generally shallow humus horizon whose physical characteristics are suitable for

rubber: depth, texture, good water retention capacity.

The intercrops were sown after hoeing to homogenize the soil and mix in organic matter, but without applying fertilizers. The intercrops chosen were cassava and plantain, the smallholders' staple foods, groundnut, maize and upland rice.

Three rows of cassava were planted at 1 m x 1 m spacing, 2.75 m from the rubber trees. One of the planters' main worries – the risk of contaminating the rubber trees with rots caused by *Rigidoporus lignosus* – was assessed in the first three years by poking bamboo sticks into the ground by the root bulbs. The upland rice was sown in continuous rows 50 cm apart, 1.5 m from the rubber trees, using 70 kg of seed/ha. The groundnut was also sown in continuous rows 50 cm apart, 1 m from the rubber trees, using 90 kg of seed/ha and two seeds per planting hole, every 20 cm. Two rows of plantain were planted in a staggered design (2.4 m x 2.4 m), 2.5 m from the rubber trees, at a density of 1 100 plants/ha. The rubber trees were planted as budded stumps, at a density of 555 trees/ha (7.5 m between rows and 2.4 m spacing along the row). The rubber rows were hoed regularly, and *Pueraria* was grown in the interrow.

The trials were set up in a Fisher block design with four or five replicates of four to six treatments, i.e. 16 to 30 plots of 864 m² each, covering 30 trees and 528 m² of interrows. Statistical analysis of the results was by analysis of variance (Newman-Keuls' test at 5%) and comparison of means, using the STAT-ITCF software.

Soil moisture content was measured using a Troxler capacitance probe to detect any differences linked to the plant cover in the interrow. Three parameters were chosen: treatment (plantain, rice-groundnut rotation, *Pueraria*, cassava, bare soil), sampling depth (10, 30, 60 and 90 cm), and measurement position: rubber row (RR) and centre of the crop (C).

Effects of intercropping systems

Food crop performance

The food crops were planted for several cycles, with rotations adapted to the different species and production requirements, governed by consumption and market demand.

Cassava

Using cassava as the first crop sometimes hindered the growth of young rubber trees planted at the same time, due to its rapid occupation of the available space and strong competition for light. However, this was no longer a problem if it was planted as the second crop, after groundnut. Yields varied from 20 to 30 t of tubers per hectare planted, which is satisfactory (Silvestre, 1987). Plots planted with cassava in the first year after thorough burning of the forest required little weeding; after harvesting, cassava left the soil mellow and rich in organic matter. Monitoring the potential for rubber tree contamination by *Fomes* (*Rigidoporus lignosus*) was a crucial part of our study, to determine whether our concerns about intercropping cassava with rubber were founded. Fungus distribution proved to be uniform, with no significant difference between treatments (table 1). Cassava thus does not seem to pose a risk, and need not be ruled out of rubber-based systems. However, if the smallholders leave the tubers in the ground, they can eventually become *Fomes* foci and contaminate rubber trees if harvesting is not sufficiently regular. Appropriate rotation is recommended.

Plantain

Plantain harvesting began 11 months after planting, and was subsequently staggered. The product proved commercially worthwhile as it is relatively easy to grow and sell. Yields were substantial (8 to 9 t/ha depending on the quality of the suckers planted) (Tézenas du Montcel, 1985). Plant vigour and yields decreased with successive cycles, and it is thus not advisable to use suckers from a second culture cycle.

Upland rice

Rice performs well on soils on which maize and groundnut are not very productive. Varieties IRAT 144 and IRAT 268 produced the most in our trial, with yields of 1.8 to 2.7 t of paddy/ha, comparable to the standard yield for IRAT 112 (2.2 t/ha) (Jacquot and Courtois, 1983). Yields fell sharply from the second cycle onwards (figure 2), which suggests that it is wise to alternate with a different crop.

Groundnut

Groundnut is recommended as the second crop in the rotation. Plant growth was often average, and highly dependent on the rainfall pattern and microvariations in soil fertility. The yields obtained after digging in plant matter (900 kg/ha) can be considered above average (Gillier and Silvestre, 1969). Monitoring different crop rotations showed that rice before groundnut ensured higher groundnut yields (table 2). The rice/groundnut sequence proved to be the most productive for both species, with a slight improvement in yields in the second cycle.

Maize

Temporary intercropping of maize with rubber is possible with the traditional method of sowing in holes in fertile zones. However, the plant proved too sensitive to soil heterogeneity to be grown in rows with few if any inputs (Rouanet, 1984). The varieties proposed did not generally suit the tastes of the smallholders, who prefer varieties with soft, white grains. Even with high yields (Kasai, 1 658 kg/ha), given the local conditions, imported varieties proved unsatisfactory.

Rubber tree growth and development

Rubber tree growth was monitored on at least 30 trees until the sixth year after planting, in a trial with different intercrops, and there proved not to be any significant differences in growth between the treatments and the control (table 3).

The food crops did not hinder rubber tree growth (Compagnon, 1986), and in some cases, there was even a 10 to 15% increase in the growth rate compared to the *Pueraria* control (figure 3).

These figures may be due to good crop upkeep and soil tillage, which favours rubber tree root development. Intercrops could be grown in the interrows until the shade cast by the rubber trees became too dense, at the end of the third year. The idea that there may be competition with *Pueraria* for water would be worth studying.

Soil moisture content

Prior soil granulometric analyses of the different treatments, depending on sampling depth and position, showed that there was no significant

difference between the treatments in terms of soil texture or clay and sand contents at a given depth. As soil water retention capacity can be linked to clay content (Voltz and Bornand, 1988), it should therefore have been equivalent for the different treatments at depths of 0 to 60 cm, where creeping root density is greatest and their spatial distribution most uniform (Anon., 1992). The measurements made showed that soil moisture content was linked to depth. Moreover, for a given sampling depth, the seasonal fluctuations in moisture content seemed to be greater than the differences between sampling sites (figure 4). In the topsoil (10 and 30 cm), there were no significant differences in moisture contents between the treatments. However, at 60 and 90 cm (figures 5 and 6), moisture contents in the *Pueraria* treatment were consistently lower than in the other treatments. This difference can be put down to the fact that *Pueraria* consumes more water than other plants, and this may account for the differences seen in rubber tree growth.

Advantages of rubber/food crop intercropping

It is possible to intercrop rubber with food crops, provided care is taken with the following: choice of site, soil preparation, cropping agenda and choice of intercrop species. The results obtained confirm the observations made in other producing countries (Anon., 1996). The trials conducted led to the definition of crop management sequences suitable for adoption by smallholders, with few inputs and no specific equipment. Cleared forest soils are suitable for crops such as plantain, cassava and rice. As groundnut and maize are sensitive to soil acidity, yields are mediocre in the first crop cycle after forest, and it is thus best to use them as the second crop. The merits of crop alternation in terms of yields are proved by rice and groundnut. Growing rice leaves clean plots that are highly suitable for crop alternation, and the technique has received a fairly warm welcome amongst local populations.

Cassava should not be ruled out of rubber-based cropping systems, provided certain precautions are taken (respecting the distance from rubber rows, regular crop upkeep, full annual harvesting, etc.). It can therefore be used in crop rotations in place of rice, or associated with groundnut.

Rubber trees grown with intercrops proved to grow well in relation to a *Pueraria* control in our trial; competition for water may be behind the positive effect of food intercrops on rubber tree growth.

The following crop sequences are recommended for smallholdings, in order of preference:

- rice-groundnut (two or three cycles), followed by one cycle of plantain;
- one or two rows of plantain;
- cassava grown as an annual;
- local vegetables-rice-groundnut-plantain (one or two cycles).

The crop management sequences developed could be perpetuated by adopting wider spacing between the rubber rows and choosing other food intercrops, such as shade-loving species (taro, others).

In the long term, growing food intercrops reduces the amount of clearance work required and both diversifies and increases incomes. This favours the inclusion of rubber on smallholdings and enables labour savings in relation to the usual annual clearance required for traditional systems. Male planter motivation has to be taken into account, as clearance is their main job. Work sharing between men and women is more often based on family habits than on agronomic wisdom. Women generally manage their crops according to a strict food calendar, as they have to ensure regular supplies to feed their families, whereas the men take care of marketable products such as cocoa and rubber.

There are certain prerequisites for sustained tree crop development. Rubber provides a sustained, regular income, and can thus be seen as a pillar of rural development. The crop plots need to be as close to the villages as possible, with some way of transporting products to market. Planters have to be given at least a minimum of support until they themselves acquire sufficient skills. The necessary technical data are now available for tackling the socio-economic issues to be considered under rubber smallholder development programmes. ■

Résumé

L'exploitation de l'*Hevea brasiliensis* débute 6 ans environ après la plantation et procure des revenus réguliers et durables. En plantations villageoises, l'association de cultures vivrières dans l'interligne pendant la phase immature des arbres peut assurer au planteur une source de revenus complémentaires et une certaine autosuffisance alimentaire. Cela constitue un facteur déterminant pour l'insertion de l'hévéaculture au Gabon. L'expérimentation menée depuis 1987 par le Centre d'appui technique à l'hévéaculture dans la région de Bitam au nord du Gabon a dégagé des itinéraires techniques qui peuvent améliorer la productivité des exploitations traditionnelles. L'association de cultures vivrières a une influence positive sur la croissance de l'hévéa, la rotation riz-arachide donnant des résultats satisfaisants tandis que le bananier plantain offre le meilleur revenu. En dehors de l'intérêt socio-économique de ces associations culturales, il est apparu nécessaire d'évaluer les interactions entre plantes afin de définir les meilleures associations au cours du temps.

Abstract

Hevea brasiliensis is a perennial species that is tapped as of approximately six years after planting, to provide a steady source of income. Including food crops in the interrows during the immature stages of the trees is a means of providing small-holders with additional income and some degree of food self-sufficiency. It is a determining factor for the establishment of rubber as a new crop in Gabon. The experimental work done since 1987 in northern Gabon by the CATH (Centre d'Appui Technique à l'Hévéaculture, Technical Support Centre for Rubber Growing) has resulted in a range of crop management sequences for improving the productivity of traditional holdings. Intercropping with food crops has a positive effect on rubber tree growth. The rice/groundnut rotation gives satisfactory results, but it is plantain that generates the highest income. Over and above the economic advantages, it would be useful to understand the relations between the plants so as to propose the best crop combinations.

Resumen

La explotación del *Hevea brasiliensis* empieza unos 6 años después de la siembra y proporciona ingresos regulares e duraderos. En plantaciones campesinas, la asociación de cultivos de plantas comestibles en la calle durante la fase inmadura de los árboles puede asegurar al productor una fuente de ingresos adicionales y cierta autosuficiencia alimenticia. Esto constituye un factor determinante para la inserción de la heveicultura en Gabón. La experimentación llevada a cabo desde 1987 por el Centro de apoyo técnico a la heveicultura en la región de Bitam al norte de Gabón ha sacado itinerarios técnicos pudiendo mejorar la productividad de las explotaciones tradicionales. La asociación de cultivos de plantas comestibles tiene una influencia positiva en el crecimiento del hevea, la rotación arroz-maní dando resultados satisfactorios mientras que el plátano ofrece el mejor ingreso. Fuera del interés socioeconómico de estas asociaciones de cultivo, resultó que era necesario evaluar las interacciones entre plantas a fin de definir las mejores asociaciones en el transcurso del tiempo.

Erratum :

Une erreur s'est glissée dans l'article « Note sur la sensibilité de six clones d'hévéa à *Phragmentera capitata* » paru dans le volume 5, n°5, septembre-octobre 1998, page 356 : la photographie numérotée 1 représente en réalité *Helixanthera manii* alors que celle numérotée 3 correspond à *Phragmentera capitata*.

An error slipped into the article "Note on the susceptibility of six Hevea clones to Phragmentera capitata" published in volume 5, issue 5, September-October 1998, page 356: photo 1 in fact shows Helixanthera manii while photo 3 is Phragmentera capitata.